

03/8025-845

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11040477 A**

(43) Date of publication of application: **12.02.99**

(51) Int. Cl. **H01L 21/027**  
**G03F 7/20**  
**G03F 7/20**  
**H01J 37/305**

(21) Application number: **09193991**

(22) Date of filing: **18.07.97**

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(72) Inventor: **KAMITAKA NORIAKI**  
**KONDO HIROYUKI**

(54) **ELECTRON BEAM PROJECTION ALIGNER AND METHOD OF TESTING AND TREATING EXPOSURE MASK**

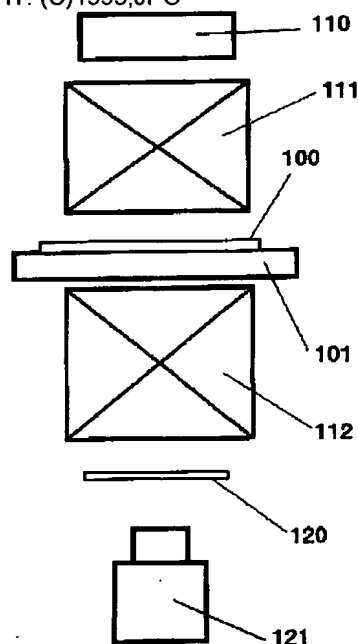
surely dealt with.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily and surely detect fine dust deposited to an exposing mask or defects of the mask to quickly and accurately deal with them by providing a visible light image former and defect processor.

**SOLUTION:** On a stage 101 a reticle 100 for an electron beam projection exposure is disposed to irradiate electrons generated from an electron source 110 to the reticle 100 through an illumination optical system 111. A projection electron optical system 112 projects the reticle image enlarged on an imaging position. A phosphor plate 120 converts the reticle image in a visible light image which is taken by a CCD camera 121. The magnification factor is about 2 enough to observe a foreign substance or evaluate with a visible light. If the pattern is distorted due to the electron scattering by the deposit of C, etc., or heat, the distortion can be easily detected. According to such reticle inspecting method, the deposit of fine particles to the reticle surface, breaking or distortion of the pattern, nonuniform electron beam scattering can be quickly and



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-40477

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

H 0 1 J 37/305

5 0 4

5 2 1

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/20

H 0 1 J 37/305

5 4 1 V

5 0 4

5 2 1

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-193991

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月18日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 神高 典明

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 近藤 洋行

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

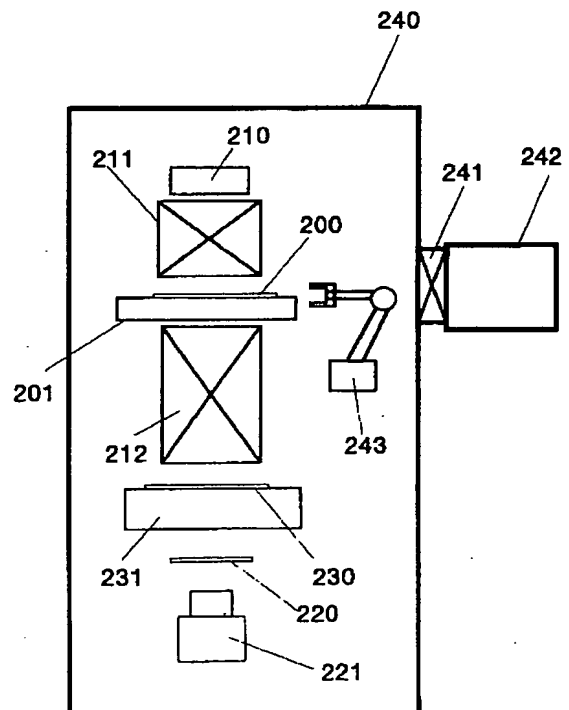
式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 電子線投影露光装置及び露光用マスクの検査・処置方法

(57) 【要約】

【課題】 露光用のマスク等に付着した微細なゴミやマスク等が有する不具合を容易かつ的確に検出して、それを迅速に処置することができる電子線投影露光装置と、該装置を用いて行う露光用のマスク等の検査・処置方法を提供すること。

【解決手段】 マスクまたはレチクル200に電子線を照射し、投影電子光学系212によって投影することにより、パターン露光を行う電子線投影露光装置において、前記投影電子光学系212による前記マスクまたはレチクル200の拡大像を受けて可視化する可視光像形成部220と、前記マスクまたはレチクル200に付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクル200の欠陥修復を行う不具合処置部242と、を設けたことを特徴とする電子線投影露光装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクまたはレチクルに電子線を照射し、投影電子光学系によって投影することにより、パターン露光を行う電子線投影露光装置において、前記投影電子光学系による前記マスクまたはレチクルの拡大像を受けて可視化する可視光像形成部と、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う不具合処置部と、を設けたことを特徴とする電子線投影露光装置。

【請求項2】 マスクまたはレチクルに電子線を照射し、投影電子光学系によって投影することにより、パターン露光を行う電子線投影露光装置において、前記投影電子光学系による前記マスクまたはレチクルの拡大像を受けて可視化する可視光像形成部と、該可視光像を撮像する撮像部と、

前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う不具合処置部と、を設けたことを特徴とする電子線投影露光装置。

【請求項3】 請求項1記載の装置を用いて、前記パターン露光をしていないときに行う検査・処置方法であり、

前記投影電子光学系により前記マスクまたはレチクルの拡大像を前記可視光像形成部に結像して、拡大された可視光像を形成する過程と、

前記拡大された可視光像を観察または評価することにより、前記マスクまたはレチクルにかかる、歪みもしくは破損、異物の付着、または電子線散乱の不均一性等の検査をする過程と、

前記不具合処置部により、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う過程と、を有する電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査・処置方法。

【請求項4】 請求項2記載の装置を用いて、前記パターン露光をしていないときに行う検査・処置方法であり、

前記投影電子光学系により前記マスクまたはレチクルの拡大像を前記可視光像形成部に結像して、拡大された可視光像を形成する過程と、

前記可視光像を前記撮像部により撮像する過程と、前記撮像部により撮像された可視光像を観察または評価することにより、前記マスクまたはレチクルにかかる、歪みもしくは破損、異物の付着、または電子線散乱の不均一性等の検査をする過程と、

前記不具合処置部により、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う過程と、

を有する電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査・処置方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子線投影露光装置と、該装置を用いて行う露光用のマスクまたはレチクル（以下、マスク等と略称する場合がある）の検査・処置方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在の半導体製造プロセスにおいて、シリコンウエハ上に微細な回路を形成する際には、レジストを塗布したウエハに、マスク等の上に形成されたパターンを縮小投影して露光する方法が一般的である。このプロセスにおいて形成するパターンは非常に微細であるため、マスク等またはウエハの上に微細な微粒子などのゴミ（異物）が付着して汚れていると、致命的な影響を受ける。

【0003】 特に、マスク等が汚れている場合には、そのマスク等から投影・転写されたパターンのすべてに影響が及ぶため、マスク等の清浄度は非常に重要である。現在、この縮小投影に用いられている露光光は主に紫外光であるため、マスク等の両面からある程度離れた場所に、露光光に対して透明なベリクルと呼ばれる薄膜を配置することにより、マスク等へのゴミの付着を防いでいる。

【0004】 これは、ベリクルの表面であれば、ゴミが付着したとしても結像面では像がボケるため、パターンの形成には影響を与えないからである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 半導体製造プロセスにおいて求められる加工のサイズは、集積度の上昇に伴い年々微細化している。現在の投影に使用している露光光では、加工できる最小のサイズは回折限界により制限されると考えられており、それ以下のサイズのパターン加工には、X線や電子線を用いることが検討されている。

【0006】 電子線を用いて投影露光をおこなう場合、電子線はすべての物質に強く散乱・吸収されてしまうため、マスク等の表面をゴミから守るためにベリクルを使うことはできない。そのため、電子線を用いて投影露光をおこなう場合、マスク等の表面に常にゴミが付着するおそれがあり、実際にゴミが付着した場合には速やかにそれを除去する必要がある。

【0007】 そこで、マスク等へのゴミの付着を検出することが非常に重要となるが、径100nm以下のゴミが対象となるため、実際にかかる微細なゴミを検出することは容易ではないという問題点があった。また、マスク等に歪みや破損などの不具合がある場合にも、投影・転写されるパターンへの影響が大きいので、それを検出することが重要であるが、このような不具合を検出することは容易ではないという問題点があった。

【0008】 本発明は、かかる問題点を鑑みてなされたものであり、露光用のマスク等に付着した微細なゴミやマスク等有する不具合を容易かつ的確に検出して、それを迅速・的確に処置することができる電子線投影露光

装置と、該装置を用いて行う露光用のマスク等の検査・処置方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】そのため、本発明は第一に「マスクまたはレチクルに電子線を照射し、投影電子光学系によって投影することにより、パターン露光を行う電子線投影露光装置において、前記投影電子光学系による前記マスクまたはレチクルの拡大像を受けて可視化する可視光像形成部と、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う不具合処置部と、を設けたことを特徴とする電子線投影露光装置（請求項1）」を提供する。

【0010】また、本発明は第二に「マスクまたはレチクルに電子線を照射し、投影電子光学系によって投影することにより、パターン露光を行う電子線投影露光装置において、前記投影電子光学系による前記マスクまたはレチクルの拡大像を受けて可視化する可視光像形成部と、該可視光像を撮像する撮像部と、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う不具合処置部と、を設けたことを特徴とする電子線投影露光装置（請求項2）」を提供する。

【0011】また、本発明は第三に「請求項1記載の装置を用いて、前記パターン露光をしていないときに行う検査・処置方法であり、前記投影電子光学系により前記マスクまたはレチクルの拡大像を前記可視光像形成部に結像して、拡大された可視光像を形成する過程と、前記拡大された可視光像を観察または評価することにより、前記マスクまたはレチクルにかかる、歪みもしくは破損、異物の付着、または電子線散乱の不均一性等の検査をする過程と、前記不具合処置部により、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う過程と、を有する電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査・処置方法（請求項3）」を提供する。

【0012】また、本発明は第四に「請求項2記載の装置を用いて、前記パターン露光をしていないときに行う検査・処置方法であり、前記投影電子光学系により前記マスクまたはレチクルの拡大像を前記可視光像形成部に結像して、拡大された可視光像を形成する過程と、前記可視光像を前記撮像部により撮像する過程と、前記撮像部により撮像された可視光像を観察または評価することにより、前記マスクまたはレチクルにかかる、歪みもしくは破損、異物の付着、または電子線散乱の不均一性等の検査をする過程と、前記不具合処置部により、前記マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、前記マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う過程と、を有する電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査・処置方法（請求項4）」を提供する。

#### 【0013】

50

【発明の実施の形態】本発明（請求項1、2）の電子線投影露光装置には、投影電子光学系によるマスク等の拡大像を受けて可視化する可視光像形成部と、マスクまたはレチクルに付着した異物の除去や、マスクまたはレチクルの欠陥修復を行う不具合処置部とを設けているか、或いは前記可視光像形成部と、可視光像を撮像する撮像部と、前記不具合処置部とを設けている。

【0014】そのため、本発明（請求項1、2）の電子線投影露光装置によれば、露光用のマスク等に付着した微細なゴミや、マスク等が有する不具合を容易かつ的確に検出して、それを迅速・的確に処置することができる。また、本発明（請求項3、4）にかかる電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査・処置方法は、請求項1または2記載の装置を用いて、パターン露光をしていないときに行う検査・処置方法であり、露光用のマスク等に付着した微細なゴミや、マスク等が有する不具合を容易かつ的確に検出して、それを迅速・的確に処置することができる。

【0015】本発明にかかる電子線投影露光用のマスクまたはレチクルの検査方法は、マスク等に電子線を照射し、電子光学系によりその拡大像を投影することにより、微細なゴミや不具合の検出を容易にするものである。ここで、図1を引用して、本発明にかかる検査方法の一例を説明する。ステージ101上に電子線投影露光用のレチクル100が配置され、電子源110から発生した電子が照明光学系111を経てレチクル100に照射される。

【0016】このレチクルの像は、投影電子光学系112によって結像位置に拡大投影される。結像位置には蛍光板（可視光像形成部の一例）120が配置されており、また蛍光板120において可視光像に変換されたレチクルの像をCCDカメラ（撮像部の一例）121により撮像している。拡大率は5倍程度であり、例えば径が50nm程度の粒子（異物）も径250nm程度に拡大されるので、可視光での異物（ゴミ）の観察または評価が可能となっている。

【0017】また、レチクルへの異物（ゴミ）の付着だけでなく、炭素等の付着により電子散乱が不均一となり、熱の発生によってパターンに歪みが生じた場合も、その歪みを容易に検出することができる。レチクル上のある部分の検査が終了した後、ステージ101によりレチクルを走査し、レチクル上における他の部分の検査を順次おこなって、レチクル全体を検査する。

【0018】このようなレチクルの検査方法によれば、レチクル表面への微粒子の付着や、パターンの破壊・歪み、電子線散乱の不均一性を容易かつ的確に検出することができる。以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

## 【0019】

【実施例1】図2に、本実施例にかかる電子線投影露光装置の概略構成を示す。真空容器240内は電子が散乱しないように、 $10^{-4}$ Pa以下の圧力まで、排気装置（不図示）により排気されている。真空容器240内には、電子源210、照明電子光学系211、レチクルステージ201、投影電子光学系212、ウエハステージ231が配置され、電子線により、レチクル200上のパターンがウエハ230上に投影・転写される。

【0020】レチクル200の検査をおこなう場合には、ウエハステージ231によりウエハ230がレチクル像の投影領域外へ移動させられると同時に、投影電子光学系212の電流等が調節され、ウエハステージ231の下に配置された蛍光板（可視光像形成部の一例）220に、約4倍に拡大されたレチクル像が投影されて可視化される。なお、ウエハステージ231はレチクル像を遮らない形状をしている。

【0021】蛍光板220により可視化されたレチクルの拡大像は、CCDカメラシステム（撮像部の一例）221により撮像されて画像データとなり、評価装置（不図示）に送られる。評価装置内では、ゴミが付着していない場合のレチクルの画像データと、CCDカメラシステム221により取り込まれた画像データが比較され、微粒子付着の有無や、パターン破壊・歪みの有無、等が評価される。

【0022】レチクル200は、レチクルステージ201により走査され、最終的にはパターン全体の評価がおこなわれる。この評価により、レチクルが異状と評価された場合には、レチクル200はレチクル処置室（不具合処置部の一例）242に搬送され、付着微粒子の除去、付着した炭素の除去、破壊したパターンの修復などの処置が施される。また、修復不可能と判断された場合には、レチクルは交換される。

【0023】このように、本実施例によれば、レチクル像を電子線により拡大投影し、さらに可視化することによって、レチクルに付着した微粒子や、レチクルが有する不具合の観察または評価を容易かつ的確に行うことができる。また、本実施例によれば、付着微粒子や不具合の容易かつ的確な観察または評価によって、付着微粒子や不具合に対する処置を迅速・的確に講じることが可能となり、電子線投影露光における歩留まりとスループットの向上を達成することができる。

【0024】本実施例では、蛍光板とレチクル拡大像の撮像部をウエハステージの下に配置しているが、蛍光板と撮像部の配置はこの位置に限るものではなく、ウエハステージよりも電子線光軸の上流側に配置してもよい。ただし、その場合は、露光をおこなうときに、蛍光板及び撮像部を電子線光軸外へ移動させる機構が必要となる。

【0025】また、本実施例では、可視化された拡大電

子線像をCCDカメラで撮像することにより、観察または評価を行っているが、電子線像を観察または評価する手法はこれに限るものではなく、感光フィルムやレジストを用いて行ってもよい。そして、撮像部、フィルム、レジストなどの電子線像を観察または評価する手段には、非使用時においてその表面にゴミなどが付着しないように、開閉可能なカバー、シャッター、蓋等が備えられていることが望ましい。

【0026】また、本実施例では、レチクル像を投影電子光学系により4倍に拡大しているがこの倍率に限るものではなく、観察または評価が必要な最小の粒子等が撮像部フィルム、レジストなどにより観察または評価可能となる倍率にすればよい。即ち、撮像部、フィルム、レジストなどを用いて、より高分解の観察または評価がおこなえる場合には、それよりも低い倍率でもよく、分解能を高くできない場合には、倍率を高くする必要がある。

## 【0027】

【実施例2】図3に、本実施例にかかる電子線投影露光装置の概略構成を示す。装置構成は、蛍光板320と拡大された電子線像を撮像する撮像部321がウエハステージ内に組み込まれている他は、図2に示した実施例1と同様である。蛍光板320と撮像部321をウエハステージ内に組み込むことにより、ステージの裏側まで電子線が通過する構造にする必要がなく、また露光時に蛍光板や撮像部を電子線光軸外に移動させる必要もない。

【0028】本実施例においても、レチクル像を電子線により拡大投影し、さらに可視化することによって、レチクルに付着した微粒子や、レチクルが有する不具合の観察または評価を容易かつ的確に行うことができる。また、本実施例においても、付着微粒子や不具合の容易かつ的確な観察または評価により、付着微粒子や不具合に対する処置を的確・迅速に講じることが可能となり、電子線投影露光における歩留まりとスループットの向上を達成することができる。

## 【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、露光用のマスク等に付着した微細なゴミやマスク等有する不具合を容易かつ的確に検出して、迅速・的確に処置することができる。即ち、本発明によれば、電子線投影露光用のマスク等の像を電子線により拡大投影し、さらに可視化することにより、マスク等に付着した微細なゴミや、マスク等有する不具合の観察または評価を容易かつ的確に行うことができる。

【0030】そして、本発明によれば、微細なゴミや不具合の容易かつ的確な観察または評価により、微細なゴミや不具合に対する処置を迅速・的確に講じることが可能となり、電子線投影露光における歩留まりと、スループットの向上を達成することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】は、本発明にかかる検査方法の一例を説明するための概略装置構成図である。

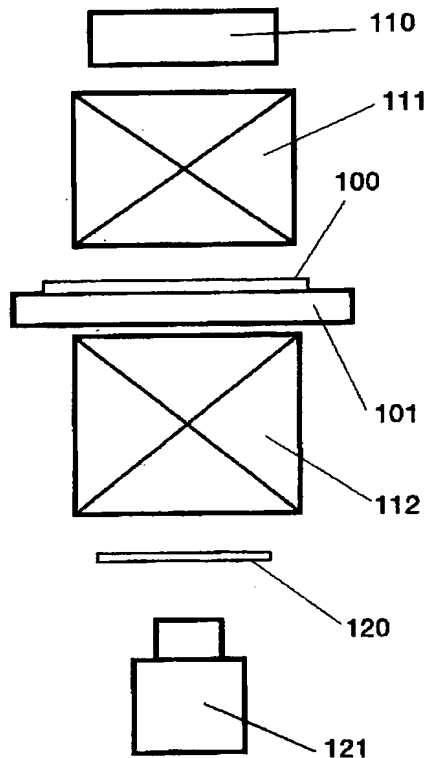
【図2】は、実施例1の電子線投影露光装置の概略構成図である。

【図3】は、実施例2の電子線投影露光装置の概略構成図である。

【符号の説明】

100, 200, 300 レチクル  
101, 201, 301 レチクルステージ  
110, 210, 310 電子源  
111, 211, 311 照明電子光学系  
112, 212, 312 投影電子光学系

【図1】



120, 220, 320 蛍光板（可視光像形成部の一例）

121, 221 CCDカメラ（撮像部の一例）

321 電子線像撮像部

230 ウエハ

231, 331 ウエハステージ

240, 340 真空容器

241, 341 ゲートバルブ

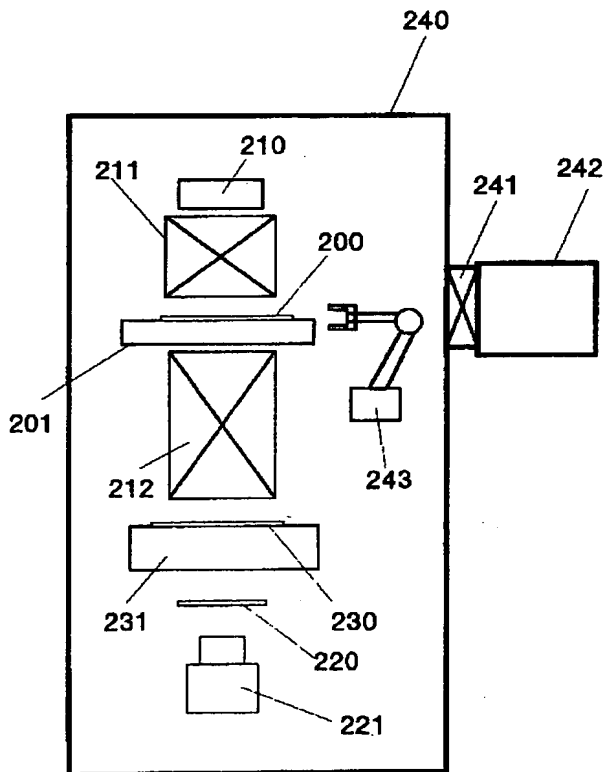
242, 342 レチクル処置室（不具合処置部の一例）

10 例)

243, 343 レチクル搬送装置

以上

【図2】



【図 3】

